

УДК 007.52

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТИЛЯ ВОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

А. С. Воронов, Н. Н. Калигин

ОАО «МКБ Компас»,
г. Москва

В статье описана проблема отсутствия определения понятия «стиль вождения». Выделены факторы, под набором которых подразумевается стиль вождения. Из факторов выбраны те, которые обладают численной характеристикой. Приведено определение понятия «стиль вождения» и методика определения стиля вождения на основе кластерного анализа.

Ключевые слова: стиль вождения, факторы стиля вождения, большие данные, кластерный анализ, *k*-средних.

Одно из основных качеств водителя – это его стиль вождения. Об этом говорят все причастные к автотранспорту сферы. Страховые компании начинают давать скидки за аккуратный стиль вождения. Так называемое «Умное страхование» предполагает предварительную установку в автомобиль мониторинговое устройство, которое определяет «стиль вождения». При этом понятие «стиль вождения», не является стандартизированным и не определено в ГОСТ.

Если проводится дифференциация по стилям вождения, то она реализует чаще эмпирический подход. Данный подход основан разделении людей по характеру, что требует психологической экспертизы, которую невозможно проводить непрерывно во время езды.

Подход другого типа – это поиск численных характеристик передвижения и их последующая оценка. Однако спектр этих характеристик на данный момент не сформирован. Нет единой методики. Это обстоятельство способствует спекуляцией понятием стиля вождения. А если такое понятие используется в бизнес-модели, то отсутствие стандартизации препятствует прозрачному аудиту компании.

В данной статье мы попробуем выделить некоторые основные факторы, составляющие стиль вождения. Главным критерием при выборе факторов является для нас их численная измеримость. Под стилем вождения при этом будем понимать как множество этих факторов, составляющих многомерное пространство, без поиска функционала, нормирующего его.

Чаще всего стиль вождения пытаются прикрепить к автомобилисту как некоторое внутреннее качество. Но стоит заметить, что кроме непосредственно водителя на стиль его вождения могут повлиять внешние факторы. Такие факторы могут исходить также из автомобиля, которым управляет человек, и из дорожной ситуации в целом.

Таким образом, общая классификация факторов состоит из трех категорий: индивидуальных для водителя, индивидуальных для автомобиля и общих для дорожной ситуации. Иначе говоря, внутренние факторы, факторы транспортного средства (ТС) и внешние факторы. Заметим, что нагляднее для понимания не сами факторы, а их отношения, особенно отношение факторов из разных категорий.

Например, важным фактором является число объектов, попадающих в поле зрения водителя [1]. Это число не может быть большим. Если на дороге много объектов, они часто меняются, то некоторые из поля зрения будут просто выпадать. При этом важные объекты, такие как другие автомобили, могут быть вытеснены неважными, что может негативно повлиять на стиль вождения.

Отвлекать могут, например, рекламные щиты, индикаторы автомобиля или мобильный телефон [2]. Число объектов в поле зрения можно контролировать компьютерными методами окулографии [3], которая занимается определением координат точки пересечения оптической оси глазного яблока и плоскости наблюдаемого объекта или экрана, на котором предъявляется некоторый зрительный раздражитель. И этот фактор можно считать численной характеристикой.

Число объектов зависит от плотности потока, который так же является численным фактором. Отношение числа объектов в поле зрения к плотности потока указывает на то, что первый фактор является позитивным для стиля вождения, а второй негативным.

Позитивными будем считать факторы, которые при увеличении положительно влияют на стиль вождения, негативными будем считать факторы, которые при увеличении отрицательно влияют на стиль вождения. Положительное влияние на стиль вождения выражается в увеличении комфорта и безопасности участников движения. Например, число аварий водителя в прошлом это негативный и явно численный фактор. Стаж, измеряемый годами, является позитивным фактором.

Скорость передвижения и максимально допустимая скорость являются негативными факторами, при этом они наглядно демонстрируют важность использования отношений для анализа стиля вождения. Большая скорость передвижения повышает вероятность аварии и понижает безопасность, большая допустимая скорость приводит к увеличению числа транспортных средств, чья скорость отличается от общей скорости потока [4]. Отклонение скорости от средней в потоке повышает вероятность аварии. Что негативно влияет на безопасность и, следовательно, на стиль вождения (рис. 1).

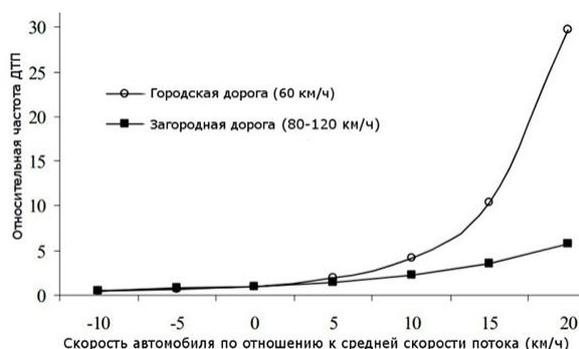


Рисунок 1 – Относительная частота ДТП.

О стиле вождения может сказать расход топлива. Информативнее будет не сам фактор, а отношение фактического среднего расхода топлива к среднему расходу топлива, указанному автопроизводителем.

При явном превышении значения первого фактора над вторым, водитель скорее всего тратит много топлива на резкие разгоны, либо установленная передача не соответствует скорости передвижения. Установленную

передачу можно считать фактором, а соответствие передачи и скорости отношением.

Изменение ускорения автомобиля и различные индексы ускорения сами по себе можно считать факторами. Так, например, индексы ASI и ASI15 могут сказать какого рода перегрузки испытывает автомобиль [5]. Большие по индексу перегрузки интерпретируются как потенциальные аварии, а маленькие как маневры. Если перегрузка отличается от стандартной для маневра, и при этом не попадает в разряд потенциальных ДТП, то такого рода данные можно считать резким маневром.

Угол прямого обзора позитивно влияет на стиль вождения. Объекты в прямой видимости человек воспринимает легче всего. За счет этого принципа сейчас работают HUD дисплеи.

Помимо углов прямого обзора можно выделить углы дополнительного обзора. Это углы обзора через зеркала и экраны камер заднего вида. То, что скрыто от обзора водителя, попадает в слепые зоны. Все данные углы можно считать численными факторами.

На стиль вождения влияет погода, которую можно считать набором численных факторов: температура воздуха, давление, влажность, наличие осадков, сила ветра и его направление.

Состояние автомобиля непосредственно влияет на стиль вождения. Старые автомобили обладают большой вероятностью поломки и это может вызывать сложности при управлении. Возраст автомобиля при этом можно считать численным фактором.

Отношение хозяина к автомобилю отражается на его бережливости по отношению к машине. Эта бережливость может быть вызвана прежде всего ценностью машины, как имущества и положительно влияет на стиль вождения. Численными факторами можно считать стоимость автомобиля и годовой доход водителя. Рассматривать при этом необходимо их отношение.

Стиль вождения может быть связан с состоянием водителя. Физическое здоровье можно охарактеризовать такими численными факторами, как температура, давление, частота сердцебиения. Психическое здоровье, как отмечалось выше, трудно диагностировать без психологической экспертизы. Этот фактор нельзя выразить численно, поэтому его мы учитывать не будем.

Наличие детей в салоне влияет на стиль вождения. Водитель становится осторожнее ради своих детей. Возможность получить

штраф за нарушение или гарантированно уйти от ответственности очевидно влияет на стиль вождения.

Таким образом присутствует целый спектр бинарных факторов, которые хоть и являются факторами и даже численными, но составляют для анализа сложность. Эта сложность связана с тем, что делать такую информацию открытой подавляющее большинство водителей не захотят.

Плотность потока выделена как внешний фактор. Заметим, что внешние факторы не ограничиваются плотностью потока и погодой. Водители влияют на стиль вождения друг друга. При этом часть внешних для одного водителя факторов являются внутренними факторами по отношению к другим водителям.

Выше были выделены следующие факторы, которые влияют на стиль вождения: число объектов в поле зрения, плотность потока, число аварий в прошлом, стаж, скорость потока, максимально допустимая скорость, скорость передвижения, фактический средний расход топлива, средний расход топлива по норме, установленная передача, индексы ускорения, угол прямого обзора, угол дополнительного обзора, угол слепой зоны, погода, возраст ТС, цена ТС, годовой доход водителя, здоровье водителя, бинарные факторы.

Стиль вождения можно определить как категориальный признак элемента системы в рамках выбранной модели движения автотранспорта.

Если считать элементом набор вышеуказанных факторов, которые отслеживаются в динамике, то для определения стиля вождения можно руководствоваться концепцией обработки больших данных. В качестве определяющих характеристик для больших данных отмечают большой объем данных, большая скорость прироста и обработки данных и многообразие данных [6].

Задача определения стиля вождения при этом будет сводиться к кластерному анализу, где кластеру будет соответствовать стиль вождения. Для кластеризации можно использовать метод k -средних [7].

Метод k -средних – это метод кластерного анализа, цель которого является разделение m наблюдений (из пространства R^n) на k кластеров, при этом каждое наблюдение относится к тому кластеру, к центру которого оно ближе всего. В качестве меры используется метрика Евклида

$$\rho(x, y) = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_p - y_p)^2}, \text{ где } x, y \in R^n. \quad (1)$$

Метод k -средних разделяет m наблюдений $(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(m)})$, $x^{(j)} \in R^n$ на k кластеров, где $(k \leq m)$, $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$, чтобы минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от их центров:

$$\min \left[\sum_{i=1}^k \sum_{x^{(j)} \in S_i} \|x^{(j)} - \mu_i\|^2 \right] \quad (2)$$

где $x^{(j)} \in R^n$, $\mu_i \in R^n$. μ_i – центр кластера S_i .

Таким образом, выделив численные факторы, определяющие стиль вождения, и используя методы кластерного анализа, можно разделить водителей по группам, соответствующим их стилю вождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. // Транспорт. – Москва. – 2001. – стр. 271.
2. Sheila G. Klauer, Ph.D., Feng Guo, Ph.D., Bruce G. Simons-Morton, Ed.D., M.P.H., Marie Claude Ouimet, Ph.D., Suzanne E. Lee, Ph.D., and Thomas A. Dingus, Ph.D. Distracted Driving and Risk of Road Crashes among Novice and Experienced Drivers. // The new england journal of medicine. – 2014.
3. Mingxin, Y., Yingzi, L., Xiaoying, Tang., Jing, X., Schmidt, D., Xiangzhou, W., Yikang, G. An easy iris center detection method for eye gaze tracking system. // Journal of Eye Movement Research. – 2015.
4. Разработка программы мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП на дорогах общего пользования Архангельской области. Приложение 1. // АвтоДорожный Консалтинг. – Архангельск. – 2004.
5. А. С. Воронов, А. С. Воронов, Н. Н. Калигин. Определение стиля вождения в интеллектуальных системах страховой телематики // Ползуновский альманах. – 2014. – №1. – С.124-129.
6. C. Pettey, L. Goasduff. Gartner Says Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data. Gartner. // <https://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>.
7. Adam Coates and Andrew Y. Ng. Learning Feature Representations with K-means // Stanford University. – 2012.

Воронов Александр Сергеевич – к.т.н., начальник отдела разработки встраиваемых систем, тел.: (495) 951-40-62, e-mail: asvoronov@bk.ru;
Калигин Николай Николаевич – инженер-программист. e-mail: nkaligin@yandex.ru